

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ  
Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії  
Кафедра автоматизації технологічних процесів і виробництв

Гунцелізер Степан Степанович,  
Невідомий Тарас Олександрович

УДК 621.867

**АВТОМАТИЗОВАНИЙ АНАЛІЗ СКЛАДНОСТРУКТУРОВАНИХ  
ПОВЕРХОНЬ ТРУБНИХ СТАЛЕЙ ПОШКОДЖЕНИХ  
БІОКОРОЗІЙНИМИ ДЕФЕКТАМИ**

151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

**Автореферат**  
дипломної роботи на здобуття освітнього ступеня «магістр»

Тернопіль  
2018

Роботу виконано на кафедрі автоматизації технологічних процесів і виробництв Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя Міністерства освіти і науки України

**Керівник роботи:** доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри автоматизації технологічних процесів і виробництв  
**Марущак Павло Орестович,**  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

**Рецензент:** доктор технічних наук, професор кафедри комп'ютерних технологій  
**Стухляк Петро Данилович,**  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Захист відбудеться 26 грудня 2018 р. о 13<sup>.00</sup> годині на засіданні експертної комісії №41 у Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя за адресою: 46001, м. Тернопіль, вул. Руська, 56, навчальний корпус №1, ауд. 401.

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми роботи.** При експлуатації підземних нафтогазопроводів, які є важливим елементом забезпечення енергетичної та екологічної безпеки нашої держави, значну роль відіграє біологічний фактор. Зокрема, втрати від мікробної корозії складають близько 15% серед щорічних втрат нафтогазової індустрії від корозії обладнання і, в першу чергу трубопроводів.

За даними проф. Полутренко М.І., на процеси корозії нафтогазопроводіву підземному середовищі впливає ряд екологічних факторів, а саме: хімічна природа ґрунтів, їх вологість, питомий опір, окисно-відновний потенціал, наявність сульфатвідновлювальних бактерій (СВБ), які відіграють домінуючу роль серед мікробної асоціації ґрунтових мікроорганізмів.

Згідно із сучасними уявленнями, процеси мікробної корозії металу відбуваються у біоплівці, що формується на його поверхні. та є накопиченням клітин бактерій і продуктів їх метаболізму під якими може розвиватися виразкова (піттингова) корозія, результатом якої є наскрізні руйнування.

На сьогодні видатними українськими та зарубіжними дослідниками-корозіоністами (акад. Є.І. Крижанівським, проф. Никифорчиним Г.М., проф. Побережним Л.Я.) визнано провідну роль мікробіологічної корозії в процесах підземного руйнування металів. Однак, аналіз попередніх досліджень дозволив констатувати недостатню вивченість впливу ґрунтових мікроорганізмів на мікроструктуру металу та відсутність автоматизованих методів оцінювання пошкодженості матеріалів магістральних газопроводів.

**Мета роботи:** Розвиток автоматизованих методів аналізу складноструктурованих поверхонь трубних сталей пошкоджених біокорозійними дефектами.

**Об'єкт, методи та джерела дослідження.** Основним об'єктом дослідження є автоматизація оцінювання дефектності трубної сталі 17Г1С-У.

### **Наукова новизна отриманих результатів:**

- проаналізовано конструкцію та призначення об'єкту досліджень, виконано аналіз точності;
- проаналізовано параметри пошкодженості;
- здійснено аналіз сучасних конструктивних в технологічних рішень для біокорозії;
- поставлено задачі для здійснення досліджень;
- підібрано та спроектовано технологічні засоби автоматичної системи контролю пошкодженості трубних сталей;
- виконано техніко-економічне обґрунтування прийнятих рішень;
- розглянуто питання застосування інформаційних технологій, охорони праці, безпеки в надзвичайних ситуаціях та екології.

### **Практичне значення отриманих результатів.**

Проведені дослідження дозволяють врахувати оптимальні параметри оцінювання дефектності зразків трубних сталей у лабораторних дослідженнях.

**Апробація.** Окремі результати роботи доповідались на VI науково-технічній конференції «Інформаційні моделі, системи та технології» у 2018 році.

**Структура роботи.** Робота складається з розрахунково-пояснювальної записки та графічної частини. Розрахунково-пояснювальна записка складається з вступу, 7 частин, висновків та переліку посилань. Обсяг роботи: розрахунково-пояснювальна записка – 117 арк. формату А4, графічна частина – 10 аркушів формату А1

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** проведено огляд сучасних рішень автоматизації технологічних процесів та аналіз автоматизованих методів оцінювання дефектності трубних сталей.

У **аналітичній частині** проведено огляд сучасних конструкцій нафтогазового комплексу, типів біокорозії, методи захисту поверхні.

У **технологічній частині** приведено характеристику об'єкту досліджень та проведено лабораторні випробування з оцінювання кінетики біокорозії матеріалів. Застосовано автоматизовані методи індентування поверхонь зразків.

У **конструкторській частині** подано опис та принципів та технічних засобів контролю стадій корозійно-механічного руйнування обладнання нафтогазового комплексу на основі аналогової схеми вимірювання параметрів пошкодженості трубних сталей.

У **спеціальній частині** розвинуто принципи та методи використання САПР та підходи до оцінювання параметрів деградації трубних сталей.

У **частині «Обґрунтування економічної ефективності»** розглянуто питання організації наукової роботи і проведено розрахунки техніко-економічної ефективності проектних рішень.

У **частині «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях»** розглянуто питання планування робіт по охороні праці наукових підрозділах та установах.

У **частині «Екологія»** проаналізовано вплив антропологічної діяльності на природне середовище, запропоновано підходи щодо ресурсозбереження, дбайливого ставлення до довкілля.

У **загальних висновках щодо дипломної роботи** описано прийняті в проекті технічні рішення і організаційно-технічні заходи, які забезпечують виконання завдання на проектування; оригінальні технічні рішення, прийняті автором в процесі роботи; технічні рішення роботи, які можуть бути впроваджені у виробництво; техніко-економічні показники та їх порівняння з базовими.

## ВИСНОВКИ

Запропоновано аналітичні методи кількісної дефектоскопії та дефектометрії для аналізу поверхні зразків уражених біокорозійними пошкодженнями. Показано, що структура дефектів проявляється у різноманітних формах.

Для кількісного дослідження доцільно звести цю різноманітність до малої кількості основних фізико-механічних типів, так як для кожного типу, незалежно від

специфічних ознак структури і типу структурних складових, можна визначити характерні параметри структури і для їх аналізу використовувати одні і ті самі принципи вимірювання і обробки даних.

Розглянуто існуючі та розроблено нові алгоритми визначення електрохімічних параметрів тривало експлуатованих трубних сталей, які дають можливість, на відміну від відомих, вперше встановлювати залежність зміни фізико-механічних властивостей конструкційних матеріалів від їх мікроструктури.

Розрахунки економічної ефективності якості завантаження продукції, а також покращився цілий ряд інших техніко-економічних показників.

## **СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ АВТОРОМ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ РОБОТИ**

1. Марущак П., Полутренко М., Гунцелізер С., Невідомий Т. Автоматизований аналіз складноструктурованої поверхні трубної сталі пошкодженої біокорозійними дефектами // Матеріали VI науково-технічної конференції «Інформаційні моделі, системи та технології» Тернопільського національного технічного імені Івана Пулюя, (Тернопіль, 12 - 13 грудня 2018 р.). - Тернопіль: ТНТУ, 2018. – С. 37.

## **АНОТАЦІЯ**

У кваліфікаційній роботі магістра виконані дослідження, що спрямовані на автоматизацію дефектоскопії та дефектометрії біокородованої поверхні зразків сталі 17Г1С-У після 432 днів випробувань. Досліджено металеві зразки зі сталі 17Г1С-У розміром 40x12x1,0 мм, вирізані з нових труб діаметром 1420 мм, товщиною стінки 10 мм. Накопичувальну культуру сульфатвідновлювальних бактерій (СВБ), одержували з пошкодженого бітумного покриття (болотиста ділянка) магістрального газопроводу, згідно ДСТУ 3999-2000. Результати 3-D профілометрії поверхні зразків проведено після її очищення від корозійних продуктів. Одержано морфологічні закономірності пошкоджень поверхні зразків, що дало можливість знизити часові затрати та підвищити точність прогнозування кінетики зародження локалізованих корозійних дефектів. Крім того, це дозволило розмежувати процеси загальної та локалізованої корозії.

**Ключові слова:** автоматизований аналіз, дефектність, деградація є деформування та руйнування, аналіз поверхні зламу зразків, алгоритм.

## **ANNOTATION**

In the Master Degree Thesis, the researches aimed at automation of defectoscopy and defectometry of the biocroded surface of 17G1C-U steel samples after 432 days of testing have been carried out. The metal samples from 17G1C-U steel of 40x12x1.0 mm, cut from new tubes with a diameter of 1420 mm, a wall thickness of 10 mm, were investigated. The accumulation culture of sulfate-reducing bacteria (CSB) was obtained from the damaged bituminous coating (marshy section) of the main gas pipeline, according to DSTU 3999-2000. The results of 3-D profilometry of the surface of the samples were taken after cleaning it from corrosive products, rice. 1

The morphological patterns of surface damage have been obtained, which made it possible to reduce time costs and improve the accuracy of the prediction of kinetics of the origin of

localized corrosion defects. In addition, this allowed differentiating the processes of general and localized corrosion. An approach is considered that allows creation of problem-oriented and specialized expert systems, adjusted to a certain analyzed area of the controlled object. The project evaluates the economic effectiveness of the project and proposes measures for occupational safety, life safety and environmental protection.

**Keywords:** automated deformation and fracture, analysis of the surface of the breakage of specimens, algorithm.